

PENGARUH SUDUT BELOKAN TERHADAP TINGGI TEKANAN AIR PADA SALURAN PIPA

Bambang Surendro, Muhammad Amin, Fakultas Teknik,
Universitas Tidar Magelang

ABSTRACT

The use of pipelines to drain the fluid channel has become a common man's daily use, especially in the distribution of water in the household. In the manufacture of pipe installation always found obstacles that ultimately must perform pipe bending-deflection, deflection will result in a loss of energy in the flow. This study aimed to determine the effect of the bend angle of the water discharge and determine the coefficient curves.

The study was conducted in the hydraulic laboratory conditions and equipment tailored to the needs to know the energy loss due to change in direction on the installation of galvanized pipe. The data is obtained through processing and calculations directly in the laboratory of Hydraulics in Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Tidar Magelang.

The results showed that the coefficient on the elbow bend 20° produces an average value of 0.1, at 40° elbow yield an average value of 0.31, the elbow 60° generate value by an average of 0.54, at the elbow of 80° produces the average value of 0.71, at 90° elbow yield an average value of 0.93, the elbow 100° produces an average rating of 0.94, the elbow 120° produces an average rating of 0.95, the elbow 140° produces an

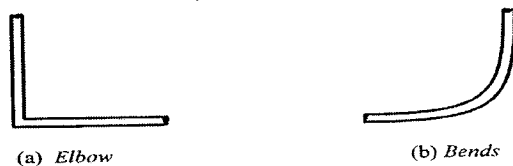
average rating of 0.96, the elbow 160° produces an average value of 0.97.

Keywords : *Elbow, bend coefficient, Debit Air.*

I. PENDAHULUAN

Salah satu gangguan atau hambatan yang sering terjadi pada saluran pipa adalah kehilangan tinggi tekanan air akibat adanya gesekan/*major loss* (Triatmodjo, 1996) dan *minor loss* (Kodoatie, 2002) seperti adanya perubahan arah, belokan, dan perubahan penampang pipa. Keadaan seperti ini dapat menurunkan debit aliran yang disebabkan tinggi tekanan air semakin rendah dan cenderung melemah. Berdasarkan pemikiran tersebut, maka dilakukan penelitian dengan judul “Pengaruh sudut belokan terhadap tinggi tekanan air pada saluran pipa”

Kehilangan tinggi tekanan air akibat perubahan arah pada pipa dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu pembengkokan karena adanya sambungan yang terkesan tiba-tiba/tajam, pembengkokan ini disebut *Elbow* dan pembengkokan secara berangsur-angsur disebut *Bends* (Triatmodjo, 1996). Perbedaan kedua perubahan arah itu ditunjukkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1. Perubahan arah pada pipa

Elbow adalah sudut belokan yang terjadi di akibatkan adanya perubahan arah air dalam pipa. Pembelokan arah air dalam pipa pada umumnya digunakan *fitting/keni*. Keni yang banyak dijual dipasaran adalah keni dengan sudut 45° dan 90° . Pada pembelokan arah aliran air dengan menggunakan keni, dapat menimbulkan permasalahan pada aliran pipa tersebut. Permasalahan yang terjadi antara lain:

1. adanya kebocoran
2. sering terjadi kerusakan pipa
3. tinggi tekanan air hilang dan
4. penurunan tingkat layanan penyediaan air bersih untuk konsumen (Kodoatie, 2002).

Berkaitan dengan hal tersebut di atas, maka masalah yang akan penulis rumuskan adalah sebagai berikut :

1. Seberapa besar pengaruh sudut belokan terhadap perubahan tinggi tekanan air?
2. Berapakah besarnya koefisien kehilangan tinggi tekanan air pada macam-macam sudut belokan?

Menurut Krist (2007), kehilangan tekanan air pada pipa-pipa bengkok dan berbelok dan pipa siku-siku (kehilangan oleh belokan-belokan) dapat menimbulkan kehilangan-kehilangan karena berubahnya arah. Kehilangan karena perubahan arah tercakup dalam bilangan ζ . Nilai dari bilangan ini ditentukan oleh jari-jari bengkokan (r) dari sudut bengkokan (δ). Secara normal nilai ζ yang akan menjadi kecil jika jari-jari r jadi lebih besar adalah tergantung dari pada perbandingan jari-jari bengkokan atau diameter dalam pipa.

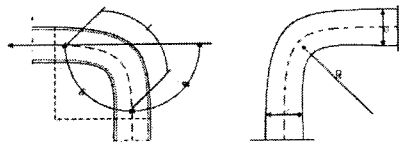
Perubahan arah pada pipa (berbelok dan bengkok) dapat menimbulkan kehilangan energi akibat dari perubahan tersebut, besarnya kehilangan energi ini tergantung pada

sudut perubahan arah pipa. Kehilangan energi yang diakibatkan adanya perubahan arah adalah diakibatkan benturan air pada dinding. Kecepatan aliran air awal (V_1) berubah menjadi kecepatan aliran air setelah melalui pembelokan (V_2), dimana (V_1) lebih besar dibanding (V_2).

Ada perbedaan kehilangan energi akibat gesekan dan akibat perubahan arah. Pengaruh dari gesekan ataupun benturan air dinding pada keseluruhan hambatan dinyatakan sama dengan pipa-pipa lurus dengan nilai ? dan dengan panjang l dari belokan, dimana diukur dari garis sumbu bengkokan.

1. Pipa Bengkok (*Bends*)

Sudut dengan perubahan arah yang terkesan berangsur-angsur (*bends*), kehilangan energi tergantung pada perbandingan antara jari-jari belokan dan diameter pipa. Perubahan arah secara berangsur-angsur (*bends*) pada pipa dapat dilihat pada Gambar 1.2. Nilai K_b untuk berbagai nilai R/D ditunjukkan dalam Tabel 1.1.



Gambar 1.2. Pipa Bengkok (*Bends*). (Krist, 1991)

Kehilangan energi karena perubahan arah tercakup dalam bilangan K_b dimana nilai dari bilangan ini ditentukan oleh jari-jari bengkokan R dan sudut bengkokan β (sudut a pada Triatmojo) dari pipa bengkok. Jari-jari belokan minimal R , yang dianjurkan bagi pipa-pipa yang bengkok dingin oleh mesin, akan sangat mempengaruhi nilai K_b .

Tabel 1.1. Nilai K_b sebagai fungsi R/D

R/D	1	2	4	6	10	16	20
K_b	0,35	0,19	0,17	0,22	0,32	0,38	0,42

Sumber : Triatmojo, 1996.

Secara normal nilai K_b , akan menjadi kecil jika jari-jari (R) semakin besar, yang tergantung pada perbandingan jari-jari bengkokan (diameter dalam) pipa, secara berturut-turut (R/D), lihat Tabel 1.2.

Tabel 1.2. JariJari Bengkokan Minimum untuk Pipa

Diameter luar pipa D_1 (mm)	Jari-jari belokan minimal R (mm)	Diameter luar pipa D_1 (mm)	Jari-jari belokan minimal R (mm)
4	10	20	50
6	16	22	50
8	20	25	80
10	25	28	80
12	32	30	80
14	40	35	100
15	40	38	100
16	40	40	110
18	50		

Sumber : Krist, 1991.

Kehilangan tinggi tekanan dalam pipa-pipa bengkok dapat dianalisis menggunakan persamaan:

$$h_b = (K_b + ? \cdot L/D) V^2 / 2g \dots\dots\dots(1)$$

dengan :

L = panjang pipa bengkok

D = diameter dalam.

K_b = koefisien kehilangan energi K_b sebagai fungsi dari d dan R/D , lihat Tabel 1.3.

Tabel 1.3. koefisien kehilangan energi K_b sebagai fungsi dari d dan R/D

R/D	1	2	3	4	5	6	10
Licin,	0,0	0,0	0,03	0,03	0,0	0,03	0,0
d = 15°	3	3	0,05	0,05	3	0,05	3
pipa	0,0	0,0	5	5	0,0	0,07	0,0
	6	6	0,08	0,08	5	5	5
d = 30°	0,1	0,0	0,10	0,10	0,0	0,08	0,0
	4	9	0,13	0,10	7	0,08	7
d = 45°	0,1	0,1			0,0		0,0
	9	2			9		7
d = 60°	0,2	0,1			0,1		0,0
	3	4			1		9
d = 90°							
Kasar,	0,5	0,3	0,27	0,23	0,2	0,18	0,2
d = 90°	1	0			1		0
pipa							

Sumber: Krist, 1991

Pada pipa dengan perubahan arah yang terjadi secara tiba-tiba (*elbow*) dan siku hampir sama dengan persamaan pada pipa bengkok (*bends*). Persamaan untuk kehilangan energi akibat pembelokan (*elbow*) pipa lebih sederhana, yaitu:

$$h_b = K_b \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{Atau } h_b = K_b \cdot a \cdot V^2 / 180 \text{ g} \dots\dots\dots (3)$$

dengan: -

h_b = Kehilangan energi (mm)

a = Sudut *elbow* ($^{\circ}$)

V = Kecepatan (m/d)

K_b adalah koefisien kehilangan energi pada belokan, yang ditunjukkan pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4. Koefisien K_b sebagai fungsi sudut belokan a

a	20°	40°	60°	80°	90°
K_b	0,05	0,14	0,36	0,74	0,98

Sumber: Triatmojo, 1996.

Untuk pipa-pipa licin dan pipa-pipa kasar, angka-angka kahilangan dapat digunakan angka-angka pada Tabel 1.5.

Tabel 1.5. Angka Hambatan Pipa Licin dan Pipa Kasar

Sudut Belokan	Angka Hambatan K_{kn}	
	Pipa Licin	Pipa kasar
10°	0,03	0,04
15°	0,04	0,06

30 ⁰	0,13	0,15
45 ⁰	0,24	0,32
60 ⁰	0,47	0,68
90 ⁰	1,13	1,27

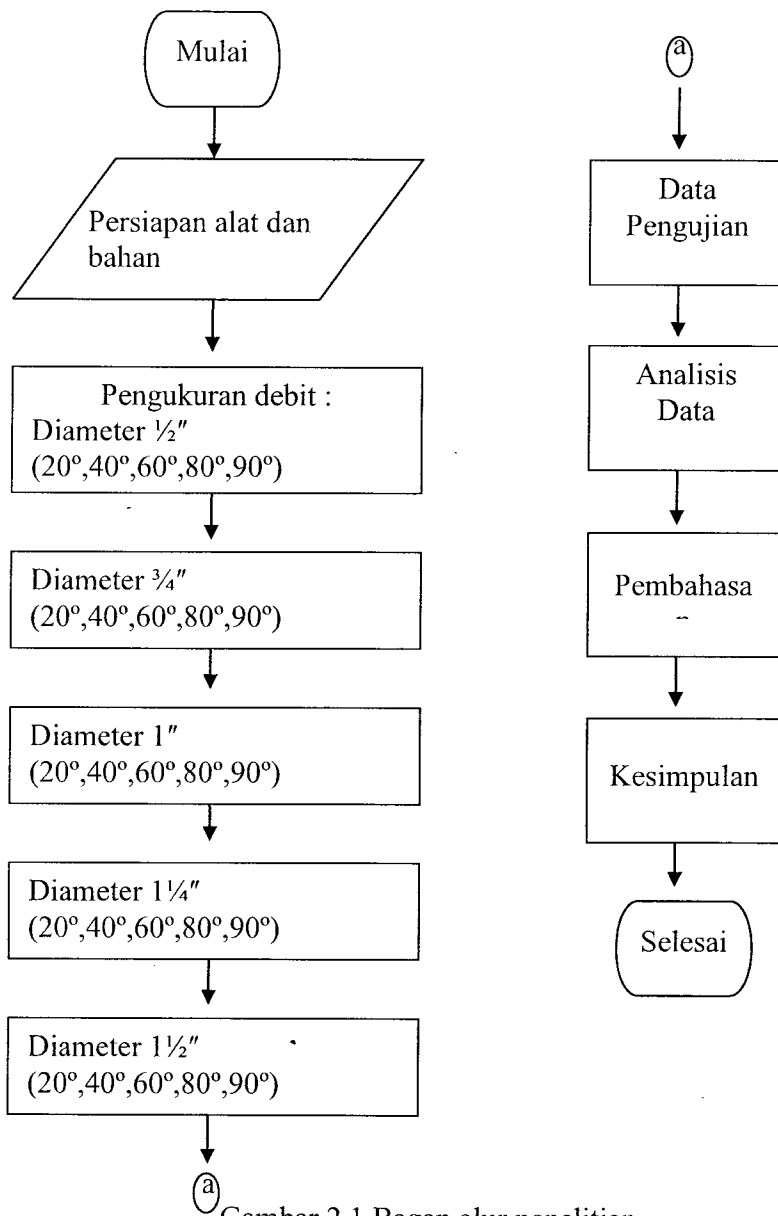
Sumber: Krist, 1991

II. CARA PENELITIAN

2.1. Bagan Alir Penelitian

Ulur pelaksanaan penelitian ditunjukkan pada Gambar

2.1.



Gambar 2.1 Bagan alur penelitian

2.2.Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Hidraulika Fakultas Teknik Universitas Tidar Magelang.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian mengenai pengaruh sudut belokan pipa terhadap tinggi tekanan air untuk pipa dengan berbagai diameter, didapatkan dengan cara membandingkan debit hasil pengukuran debit air untuk pipa berbelok dengan untuk pipa lurus (tidak ada belokan). Hasil pengukuran dan perhitungan koefisien belokan yang dilakukan dengan menggunakan pipa dengan *elbow* 20°, *elbow* 40°, *elbow* 60°, *elbow* 80°, *elbow* 90°, dan *elbow* 180° ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Nilai koefisien belokan pipa diameter ½", ¾", 1", 1¼", dan 1½"

No	Sudut Belokan	Koefisien Belokan Untuk Pipa				
		ø ½"	ø ¾"	ø 1"	ø 1¼"	ø 1½"
1	20°	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
2	40°	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
3	60°	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
4	80°	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
5	90°	0.90	0.93	0.92	0.92	0.94
6	100°	0.92	0.94	0.94	0.93	0.95
7	120°	0.95	0.95	0.95	0.94	0.97

8	140°	0.96	0.96	0.97	0.96	0.97
9	160°	0.97	0.97	0.98	0.97	0.98

3.2. Perbandingan hasil penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan (Tabel 3.1), apabila dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti terdahulu adalah sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 3.2

Tabel 3.2. Nilai koefisien belokan pipa diameter ½", ¾", 1", 1¼", dan 1½"

No	Sudut Belokan	Koefisien Belokan Untuk Pipa						
		ø ½"	ø ¾"	ø 1"	ø 1¼"	ø 1½"	Triatmodjo B	Krist T
1	20°	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.1
2	40°	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.14	0.27
3	60°	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.36	0.68
4	80°	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.74	0.90
5	90°	0.90	0.93	0.92	0.92	0.94	0.98	0.78
6	100°	0.92	0.94	0.94	0.93	0.95	0.84	0.84
7	120°	0.95	0.95	0.95	0.94	0.97	0.95	0.95
8	140°	0.96	0.96	0.97	0.96	0.97	1	1
9	160°	0.97	0.97	0.98	0.97	0.98	1	1

Dari pengamatan Tabel 3.2, dapat diketahui bahwa nilai koefisien belokan pada diameter pipa ½", ¾", 1", 1¼", 1½" dengan sudut *elbow* 20° menunjukkan nilai koefisien belokan yang sama menurut Krist T (1991) yaitu 0.1, sedangkan menurut Triatmodjo B (1996) lebih kecil. Pada sudut *elbow* 40° menunjukkan nilai koefisien belokan penelitian lebih tinggi dibandingkan menurut Triatmodjo B (1996) dan Krist T (1991) yaitu 0.31. Pada sudut *elbow* 60° nilai koefisien belokan lebih kecil dibandingkan menurut

Krist T (1991), akan tetapi lebih besar menurut Triatmodjo B (1996) yaitu 0.54. Pada sudut elbow 80° , 140° dan 160° menunjukkan nilai koefisien belokan penelitian lebih kecil dibandingkan menurut Triatmodjo B (1996) dan Krist T (1991). Pada sudut elbow 90° menunjukkan nilai koefisien belokan penelitian mendekati persamaan menurut Triatmodjo B (1996) yaitu sebesar 0.94, sedangkan menurut Krist T (1991) nilai koefisien belokan lebih kecil. Pada sudut elbow 100° menunjukkan nilai koefisien belokan penelitian lebih besar daripada nilai menurut Triatmodjo B (1996) dan Krist T (1991). Pada sudut elbow 120° terdapat nilai persamaan menurut Triatmodjo B (1996) dan menurut Krist T (1991) yaitu 0.95 (Tabel 3.2).

Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa semakin besar sudut belokan akan semakin besar tingkat kehilangan energinya. Disimpulkan bahwa kehilangan energi akibat belokan selalu lebih tinggi dibandingkan dengan kehilangan energi akibat gesekan pada pipa lurus.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat disampaikan kesimpulan dan saran sebagai berikut :

4.1. Kesimpulan

1. Sudut belokan berpengaruh terhadap debit aliran, semakin besar sudut belokan maka debit yang dihasilkan semakin besar pula.
2. Sudut belokan semakin besar, maka menghasilkan koefisien belokan semakin besar pula.

3. Grafik hubungan antara sudut belokan dan koefisien belokan, menunjukan liku yang hampir sama, akan tetapi liku hasil penelitian menunjukan harga terendah, hal ini di mungkinkan kekasaran pipa yang dipakai lebih besar.

4.2. Saran

1. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan memperbanyak belokan, sehingga hasilnya akan akurat.
2. Penggunaan nilai koefisien belokan sebagaimana tercantum dalam Tabel hasil penelitian ini, apabila sudut belokan yang ada berada di antaranya dapat dilakukan interpolasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim., 2012, Petunjuk Penulisan Usulan dan Laporan Tugas Akhir, Fakultas Teknik UTM, Magelang.
- Kodoatie, Robert., 2002, *Hidrolika Terapan*, Aliran Pada Saluran Terbuka dan Pipa. Yogyakarta : Andi Offset.
- Krist, Thomas., 1991, *Hidraulika* (Terjemahan Dines Ginting). Jakarta: Erlangga.
- Sutrisno., 2005, Pengaruh Perubahan Penampang Terhadap Kehilangan Energi Pada Pipa Polivinil Chlorida (PVC), Progam Pasca Sarjana, Universitas.
- Triadmojo, Bambang., 1996, *Hidrolika I*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Triadmojo, Bambang., 2003, *Hidrolika II*. Yogyakarta: Beta Offset.